

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-289765

(43)Date of publication of application : 19.10.2001

(51)Int.Cl.

G01N 5/02
H03B 5/32

(21)Application number : 2000-103709

(71)Applicant : NATL INST OF ADVANCED
INDUSTRIAL SCIENCE &
TECHNOLOGY METI

(22)Date of filing : 05.04.2000

(72)Inventor : KUROSAWA SHIGERU

(54) HIGH-FREQUENCY OSCILLATION CIRCUIT DRIVE QUARTZ OSCILLATOR FOR CHEMICAL MEASUREMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an easily and inexpensively manufacturable high-frequency oscillation circuit, capable of easily complying with increase of a basic frequency of a quartz oscillator serving as a weight sensor for a chemical sensor and maintaining stable high-frequency oscillation.

SOLUTION: This high-frequency oscillation circuit uses a high-speed response logic element for forming a closed circuit, in which a high-frequency quartz oscillator is assembled. In sponge to the fundamental frequency of the quartz oscillator, ranging from 1 MHz to 2 GHz, a stable oscillation is generated at the fundamental oscillation frequency of each oscillator.

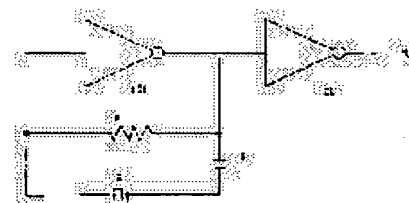


FIG. 1 is a schematic diagram of a high-frequency oscillation circuit according to the present invention.
FIG. 2 is a schematic diagram of a high-frequency oscillation circuit according to the present invention.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.06.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-14045

[Date of requesting appeal against examiner's] 25.07.2002

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

[JP,2001-289765,A]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A RF oscillator circuit characterized by incorporating a quartz resonator in which fundamental frequency of a RF is shown into a closed circuit to which I/O of a logical element is connected.

[Claim 2] A RF oscillator circuit according to claim 1 characterized by a logical element being high-speed CMOS.

[Claim 3] A RF oscillator circuit according to claim 1 to 2 oscillated with a quartz resonator 500MHz or more from fundamental frequency of 1MHz by the same circuitry.

[Claim 4] A RF oscillator circuit according to claim 1 to 3 used for chemistry measurement.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Since in more detail raises the sensitometry of the various measuring instruments used as a gas sensor, a floating fine particle, a chemical sensor, an immune sensor, and a viscosity sensor about the RF oscillator circuit for oscillating the quartz resonator for chemistry measurement, it is related with a useful RF oscillator circuit by this invention.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although many various measuring instruments using the Xtal child as a weight sensor, a chemical sensor, a biosensor, a viscosity sensor, a thickness gage, etc. are developed in recent years, corresponding to the request of diversification of detection material, precise quantification of detection material, etc., it is highly precise and development of high sensitivity measuring equipment is being made into pressing need. By the way, as everyone knows, the wafer of Xtal used for a quartz resonator has the property to return to a basis, when a strain will be produced and (piezo-electric effect) removed, if installation voltage is applied to the both sides for a thin film electrode. A quartz resonator is oscillated on the frequency of the proper decided by thickness as a result of this property. That is, if material sticks to the wafer of Xtal, thickness will change and oscillation frequency will change.

[0003] Although this oscillation frequency change Δf is in change and proportionality of thickness, if change of thickness is transposed to mass change Δm , the degree type called the formula of SABURE will be drawn.

[Equation 1]

$$\Delta f = - \frac{2 f_0^2}{(\rho_q \cdot \mu_q)^{1/2}} \cdot \frac{\Delta m}{A}$$

Fundamental frequency, ρ_q , and μ_q of f_0 are the densities and the elastics modulus of Xtal here, and A is the area of the portion which is carrying out the piezo-electric response.

[0004] From this formula, since sensitivity Δf is proportional to the square of fundamental frequency f_0 , it is understood that use of the big quartz resonator of f_0 is desirable. however, since it will become thin and will be easy to break if f_0 becomes large not much, under the usual ambient atmosphere, in a 5-10MHz quartz resonator, it is general and, in in a solution, the quartz resonator whose maximum frequency is 30MHz is used -- **** -- it does not pass and has not resulted in measurement exceeding the

limit of detection of a general-purpose quartz resonator. Moreover, although there was also an example of measurement using the mode (63MHz) of the 7th overtone of a 9MHz quartz resonator, the limit of detection is set to 0.1ng(s), and the improvement in remarkable detection sensitivity was not found compared with 1ng of a conventional method ("method of newest dissociating and refining / detecting" p441, N tea S publication, May 26, 1997 issue).

[0005] On the other hand, to such a condition, it is not considering a quartz resonator as a sensor, and the RF oscillator circuit made into the use for the frequency control of an oscillator circuit is also shown. However, these circuits were suitably expensive for it being complicated, and there being many analog circuits where adjustment is difficult, and using it as a measuring instrument of various sensors using the components of a large number, such as a transistor, a coupling transformer, and an inductance.

[0006] Moreover, although what used the logical element for that part was known as a low frequency oscillator circuit (JP,3-4165236,A, JP,5-37653,B), since only the thing of low frequency was used as vibrator, this thing was difficult to be unable to respond to the request of high-sensitivity-izing, and to consider as the oscillator circuit of stable high frequency. Furthermore, it needed to double with the quartz resonator to oscillate or its frequency, and the oscillator circuit needed to be designed and constituted. (Application for patent No. 31513 [2000 to]). This invention reverses the common sense of the conventional oscillator circuit.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Even if the number of the vibration of fundamental modes of the quartz resonator as a sensor becomes high, this invention can respond to it easily, can maintain a stable RF oscillation in the same circuit for a long period of time, and, moreover, aims to let manufacture offer a simple and cheap RF oscillator circuit.

[0008]

[Means for Solving the Problem] this invention person used a logical element which can be got easily, as a result of inquiring wholeheartedly, in order to solve the above-mentioned technical problem, and when a closed loop was made from a quartz resonator which has a capacitor, resistance, and RF fundamental frequency for the I/O, the knowledge of an oscillator circuit which can maintain a stable RF oscillation being also unexpectedly obtained with a speed of response of a logical element, a time constant of a capacitor and resistance, etc. is carried out, and it came to complete this invention.

[0009] That is, according to this invention, a closed circuit is made using a RF CMOS (Complementary Metal OxidSemiconductor) logical element, and a RF oscillator circuit characterized by incorporating a quartz resonator which had the fundamental frequency of high frequency in it is offered. These oscillator circuits are completely new the contents of a circuit and a configuration, and are the things of format which cannot perform prediction and anticipation from the conventional electronic circuitry.

[0010] Although what is necessary is just to use what can come to hand easily [what is conventionally well-known as a logical element, for example, NAND and NOR, an inverter, etc.] although a closed loop is produced using a logical element in this invention, since it corresponds to a RF, the logical element CMOS with an early speed of response is used.

[0011] Moreover, as a quartz resonator with fundamental frequency of high frequency, 1MHz ~ 2GHz of quartz resonators which have frequency of 150MHz or more preferably is used, for example. A closed loop in this invention is produced using a quartz resonator which has fundamental frequency of a capacitor, resistance, and a RF for I/O of such a logical element by preparing a speed of response of this logical

element, frequency of a quartz resonator, and a time constant of a capacitor and resistance.

[0012] As concrete closed-loop circuitry, it is desirable to consider as a mode which selects the logical element CMOS of a speed of response which can respond to fundamental frequency of a RF of a quartz resonator built into the closed circuit, in view of the self-sustaining oscillation nature of stable high oscillation frequency etc.

[0013]

[Example] Hereafter, an example explains this invention to details further. The RF oscillator circuit using a logical element inverter is shown in drawing 1. Drawing 1 shows the oscillator circuit for a 155MHz quartz resonator from the fundamental frequency of 20MHz.

[0014] For IC1 and IC2, in drawing 1, a logical element inverter and X are [a capacitor and R of a quartz resonator and C] resistors. The value and logic IC name of the concrete capacitor C and Resistance R are shown all over drawing. Moreover, IC2 is a buffer for taking out the output of an oscillator circuit outside.

[0015] In this oscillator circuit, the closed loop which connects I/O of an inverter IC 1 is constituted. A quartz resonator X is put in into this closed loop. An impedance becomes low most in the place of fundamental frequency with a quartz resonator X. For this reason, it oscillates with this fundamental frequency of a quartz resonator X. For example, 1-19MHz, 20MHz, 33MHz, 50MHz, and at least 155MHz of the fundamental frequency are possible in the circuit of drawing 1. in addition, this value, a logical element name, and ** -- since it is not restrictive, and the impedance of a circuit is low enough if it is near it, it will oscillate with the fundamental frequency of a quartz resonator X. Furthermore, as for a logical element, it is desirable to select the logical element CMOS which can respond to this frequency range.

[0016] Moreover, drawing 2 (a), (b), (c), and (d) are the output waves which measured the quartz resonator (20MHz of fundamental frequency, 33MHz, 50MHz, and 155MHz) X with the oscilloscope at the time of using it for the circuit of drawing 1. The wave in the circuit constant concerned has a form between sine waves from the rectangle so that clearly from each drawing. In 155MHz, a sine wave is shown mostly. The oscillation frequency of the oscillator circuit which shows these waves is sufficiently measurable at the usual frequency counter.

[0017] Thus, it can be made to oscillate with the fundamental frequency of each quartz resonator in the same circuit to the quartz resonator X with various kinds of fundamental frequency of 1MHz - 2GHz. Conventionally, to design and constitute was made [thing / optimal] into common sense in the oscillator circuit for every quartz resonator. This invention reverses the common sense of the conventional oscillator circuit. Drawing 3 (a) and (b) show the frequency response to the gas adsorption of the quartz resonator which covered the styrene plasma polymerization film of the same weight to the same acetone gas concentration using the oscillator circuit of drawing 1. The balanced value of the gas adsorption in each frequency is 1200Hz and 155MHz 0 in 30Hz and 50MH(O) z at 9MHz (-). A 2500Hz frequency response is then shown, respectively. It is so clear that the fundamental frequency of the quartz resonator used for gas adsorption is high that the bigger amount of responses is shown by gas adsorption.

[0018]

[Effect of the Invention] the quartz resonator which had high fundamental frequency though the RF oscillator circuit using the logical element of this invention used cheap components and was an easy circuit -- high -- a stable oscillation is continued. Furthermore, it is not necessary to change a circuit constant corresponding to fundamental frequency. Therefore, according to the RF oscillator circuit of this invention, even if it changes the quartz resonator as a sensor for the difficult measurement purpose

conventionally and changes fundamental frequency, it can respond as it is. If this thing is used, the suitable precision high sensitivity measuring instrument for measurement of the gas sensor of super-high sensitivity, the amount of suspended particles, etc. is easily producible.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The RF fundamental-wave oscillator circuit of this invention is shown.

[Drawing 2] The oscillation wave measured with the oscilloscope at the time of using a quartz resonator with a fundamental frequency of 20MHz for the circuit of drawing 1 and (b) (a) The oscillation wave measured with the oscilloscope at the time of using a quartz resonator with a fundamental frequency of 33MHz for the circuit of drawing 1 and (c) The oscillation wave measured with the oscilloscope at the time of using a quartz resonator with a fundamental frequency of 50MHz for the circuit of drawing 1 and (d) are drawings showing the oscillation wave measured with the oscilloscope at the time of using a quartz resonator with a fundamental frequency of 155MHz for the circuit of drawing 1, respectively.

[Drawing 3] (a) shows aging of the oscillation frequency at the time of the saturation acetone steam of the same concentration (2ml of head spaces of an acetone solution is extracted, and it pours into a 1000ml gas adsorption measurement container, and measures) being adsorbed by the quartz resonator (9MHz, 50MHz, 155MHz) of plasma polymerization styrene film covering (discharge output 100W, the monomer pressure of 100Pa, and polymerization time amount are 1 minute) of the same weight using the oscillator circuit of drawing 1. For (-), (O) is a quartz resonator O with a fundamental frequency of 50MHz about a quartz resonator with a fundamental frequency of 9MHz. It is the gas adsorption response measured using the quartz resonator with a fundamental frequency of 155MHz. The frequency variation which answers the acetone steam of the same concentration increases remarkably with the increment in the fundamental frequency of Xtal. (b) is the enlarged view of the measurement result by 9MHz Xtal in drawing 3 (a).

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-289765

(P2001-289765A)

(43)公開日 平成13年10月19日(2001.10.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N	5/02	G 0 1 N	5/02
H 0 3 B	5/32	H 0 3 B	5/32

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-103709(P2000-103709)

(22)出願日 平成12年 4 月 5 日(2000.4.5)

(71)出願人 301000011

経済産業省産業技術総合研究所長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72)発明者 黒澤 茂

茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院

物質工学工業技術研究所内

Fターム(参考) 5J079 AA04 BA39 BA47 FA01 FA14

FA21 FB03 FB33 GA04 GA09

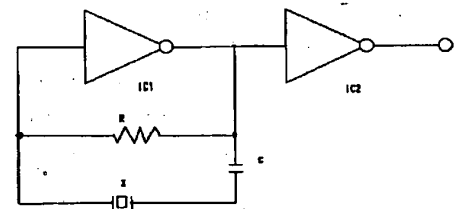
JA08 KA07

(54)【発明の名称】 化学計測用の水晶振動子を駆動する高周波発振回路

(57)【要約】

【課題】化学センサー用の重さセンサーとしての水晶振動子の基本周波数が高くなっても、それに容易に対応して安定な高周波発振を持續することができ、しかも簡便で安価に作製し得る高周波発振回路を提供する。

【解決手段】本発明の高周波発振回路は、高速応答の論理素子を用いて閉回路を作り、その中に高周波数の水晶振動子を組み込んだものである。水晶振動子の基本周波数が、1MHzから2GHzまでに対応し、各振動子の基本発振周波数で安定に発振する。



IC1 IC2: 高周波インバータ (74HC134AP) Z: 水晶振動子
R: 500kΩ C: 100pF

【特許請求の範囲】

【請求項1】論理素子の入出力を結ぶ閉回路の中に高周波の基本周波数を示す水晶振動子を組み込んだことを特徴とする高周波発振回路。

【請求項2】論理素子が高速のCMOSであることを特徴とする請求項1に記載の高周波発振回路。

【請求項3】同一の回路構成で基本周波数1MHzから500MHz以上の水晶振動子で発振する請求項1乃至2に記載の高周波発振回路。

【請求項4】化学計測に用いる請求項1～3のいずれかに記載の高周波発振回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、化学計測用の水晶振動子を発振させるための高周波発振回路に関するものであり、更に詳しくは、ガスセンサー、浮遊微粒子、化学センサー、免疫センサー、粘度センサーとして用いられている各種測定器の測定感度を高めるために有用な高周波発振回路に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、水晶子を重さセンサー、化学センサー、バイオセンサー、粘度センサー、膜厚計などとして用いる各種測定器が多数開発されているが、検出物質の多様化、検出物質の精密な定量化などの要請に対応して、高精度で高感度測定機器の開発が急務とされつつある。ところで、周知のように、水晶振動子に用いる水晶のウエハは、その両面に薄膜電極を取り付け電圧を加えるとひずみを生じ（圧電効果）、除くとともに戻るといふ性質を有する。この性質の結果、水晶振動子は厚さで決まる固有の周波数で発振する。すなわち、水晶のウエハは物質が吸着すると、厚さが変わり発振周波数が変化する。

【0003】この発振周波数変化 Δf は、厚さの変化と比例関係にあるが、厚さの変化を質量変化 Δm に置き換えるとサンプレの式と呼ばれる次式が導かれる。

【数1】

$$\Delta f = - \frac{2 f_0^2}{(\rho_q + \mu_q)^{1/2}} \cdot \frac{\Delta m}{A}$$

ここで f_0 は基本周波数、 ρ_q と μ_q は水晶の密度と弾性率で、 A は圧電応答している部分の面積である。

【0004】この式から感度 Δf は基本周波数 f_0 の2乗に比例するから、 f_0 の大きな水晶振動子の使用が望ましいことが判る。しかし、あまり f_0 が大きくなると薄くなり壊れやすいので、通常の雰囲気下では5～10MHzの水晶振動子を一般的であり、また溶液中の場合においても最大周波数が30MHzの水晶振動子が使用されているに過ぎず、汎用水晶振動子の検出限界を超える測定には至っていない。また、9MHzの水晶振動子

の7次のオーバートーンのモード（63MHz）を用いた測定例もあるが、その検出限界は0.1ngとされており、従来法の1ngに比べ顕著な検出感度の向上は見られなかった（「最新の分離・精製・検出法」p44

1、エヌ・ディー・エス出版、1997年5月26日発行）。

【0005】一方、このような状況に対して、水晶振動子をセンサーとしてではなく、発振回路の周波数制御用の用途とする高周波発振回路も提示されている。しかしこれらの回路は、トランジスタ、カップリングトランス、インダクタンスなど多数の部品を使用する複雑で、調整が困難なアナログ回路が多く、各種センサーの計測器として使用するには相応しくなく高価なものであった。

【0006】また、低周波発振回路として、その一部に論理素子を用いたものも知られているが（特開平3-4165236号、特公平5-37653号）このものは、振動子として低周波数のものしか使用していないため、高感度化の要請に対応することができず、また安定な高周波数の発振回路とすることが困難であった。更には、発振させる水晶振動子やその周波数に合わせて発振回路を設計・構成する必要があった。（特願2000-31513号）。本発明は、従来の発振回路の常識を覆すものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、センサーとしての水晶振動子の基本固有振動数が高くなっても、それに容易に対応して、同じ回路で安定な高周波発振を長期間持続することができ、しかも製作が簡便で安価な高周波発振回路を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は上記課題を解決するため、鋭意検討した結果、簡単に手に入れることができる論理素子を使い、その入出力をコンデンサと抵抗と高周波基本振動数を有する水晶振動子で閉ループを作ると、意外にも論理素子の応答速度およびコンデンサと抵抗の時定数などにより安定な高周波発振の持続が可能な発振回路が得られることを知見し、本発明を完成するに至った。

【0009】すなわち、本発明によれば、高周波CMOS（Complementary Metal Oxid Semiconductor）論理素子を用いて閉回路を作り、その中に高周波数の基本周波数を持った水晶振動子を組み込んだことを特徴とする高周波発振回路が提供される。本発振回路は全く新規の回路内容・構成であり、従来の電子回路からは予測・予想のできない形式のものである。

【0010】本発明では、論理素子を用いて閉ループを作製するが、論理素子としては従来公知のもの、例えばNAND、NOR、インバータなどの簡単に入手できるものを利用すればよいが、高周波に対応するために応答

速度の早い論理素子CMOSを使用する。

【0011】また高周波数の基本周波数を持った水晶振動子としては、例えば1MHz～2GHz、好ましくは150MHz以上の周波数を有する水晶振動子が用いられる。本発明における閉ループは、このような論理素子の入出力をコンデンサ、抵抗及び高周波の基本振動数を有する水晶振動子を用い、該論理素子の応答速度、水晶振動子の周波数、コンデンサと抵抗の時定数を調製することにより作製される。

【0012】具体的な閉ループ回路構成としては、安定な高共振周波数の持続発振性などからみて、その閉回路に組み込んだ水晶振動子の高周波の基本振動数に対応できる応答速度の論理素子CMOSを選定するような態様とすることが望ましい。

【0013】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に詳細に説明する。論理素子インバータを使った高周波発振回路を図1に示す。図1は、基本周波数20MHzから155MHzの水晶振動子を対象とした発振回路を示す。

【0014】図1において、IC1、IC2は論理素子インバータ、Xは水晶振動子、Cはコンデンサ、Rは抵抗器である。具体的なコンデンサC、抵抗Rの値および論理素子IC名は図中に示す。また、IC2は発振回路の出力を外に取り出すためのバッファである。

【0015】この発振回路においては、インバータIC1の入出力を結ぶ閉ループを構成する。この閉ループの中に水晶振動子Xを入れる。水晶振動子Xは持っている基本振動数のところで最もインピーダンスが低くなる。このため水晶振動子Xのこの基本振動数で発振する。例えばその基本周波数は、1～19MHz、20MHz、33MHz、50MHz、155MHzでも図1の回路で可能である。なお、この値と論理素子名、は限定的なものではなく、その近くであれば回路のインピーダンスが十分低いので水晶振動子Xの基本振動数で発振することになる。更には、論理素子はこの周波数範囲に対応できる論理素子CMOSを選定することが望ましい。

【0016】また、図2(a)(b)(c)(d)は、基本周波数の20MHz、33MHz、50MHz、155MHzの水晶振動子Xを、図1の回路に使用した場合のオシロスコープで測定した出力波形である。各図から明らかなように、当該回路定数での波形は、矩形から正弦波の間の形をしている。155MHzにおいてはほぼ正弦波を示す。これらの波形を示す発振回路の発振周波数は、通常の周波数カウンタで十分測定可能なものである。

【0017】このように、各種の1MHz～2GHzの基本振動数を持つ水晶振動子Xに対して、同じ回路で、それぞれの水晶振動子の基本周波数で発振させることが

できる。従来は、水晶振動子毎に発振回路を最適なものを設計・構成するのが常識とされていた。本発明は、従来の発振回路の常識を覆すものである。図3(a)と(b)は図1の発振回路を用い、同一のアセトンガス濃度に対して、同一の重量のスチレンプラズマ重合膜を被覆した水晶振動子のガス吸着に対する周波数応答を示す。各周波数でのガス吸着の平衡値は、9MHz(O)では30Hz、50MHz(O)では1200Hz、155MHz(▽)では2500Hzの周波数応答をそれぞれ示す。ガス吸着に使用する水晶振動子の基本周波数が高い程、ガス吸着により、より大きな応答量を示すことが明らかである。

【0018】

【発明の効果】本発明の論理素子を使った高周波発振回路は安価な部品を使い、簡単な回路でありながら、高い基本振動数を持った水晶振動子により高安定な発振を続ける。更には、基本振動数に対応して回路定数を変える必要がない。従って、本発明の高周波発振回路によれば、従来、困難であった計測目的によりセンサーとしての水晶振動子を変更して基本振動数を変えても、そのまま対応できる。このものを用いれば超高感度のガスセンサーや浮遊粒子量などの測定に好適な精密高感度測定器具を簡単に作製することができる。

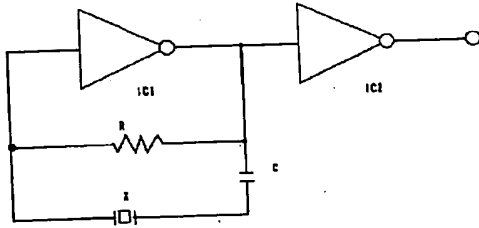
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波基本波発振回路を示す。

【図2】(a)は、基本周波数20MHzの水晶振動子を図1の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形、(b)は、基本周波数33MHzの水晶振動子を図1の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形、(c)は、基本周波数50MHzの水晶振動子を図1の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形、(d)は、基本周波数155MHzの水晶振動子を図1の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形をそれぞれ示す図である。

【図3】(a)は、図1の発振回路を用い、同一の重量のプラズマ重合スチレン膜被覆(放電出力100W、モノマー圧力100Pa、重合時間は1分)の水晶振動子(9MHz、50MHz、155MHz)に同一濃度(アセトン溶液のヘッドスペースを2ml採取し、1000mlのガス吸着測定容器に注入して測定)の飽和アセトン蒸気を吸着された際の発振周波数の経時変化を示す。(O)は、基本周波数9MHzの水晶振動子を、(O)は、基本周波数50MHzの水晶振動子を、(▽)は、基本周波数155MHzの水晶振動子を用いて測定したガス吸着応答である。水晶の基本周波数の増加に伴い、同一濃度のアセトン蒸気に応答する周波数変化量は著しく増加する。(b)は、図3(a)での9MHzの水晶による測定結果の拡大図である。

【図1】



IC1 IC2: 超小型インバータ(74HC04M)
R: 500kΩ C: 1000pF
I: 水素管電圧

【図2】

図2 (a)

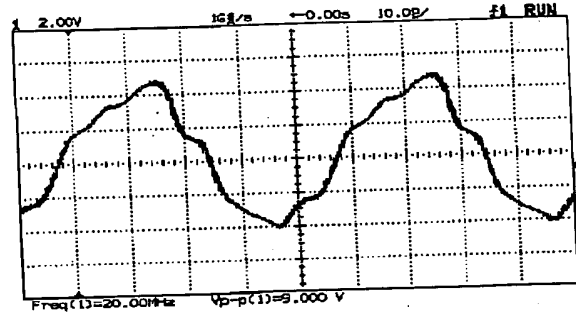


図2 (b)

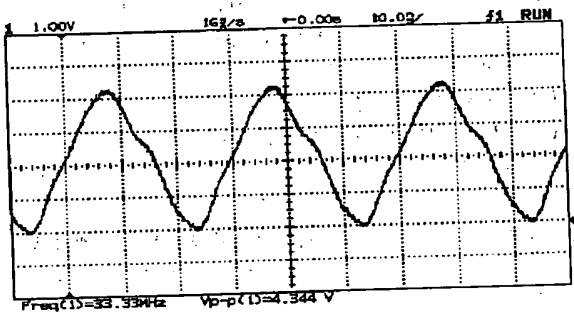


図2 (c)

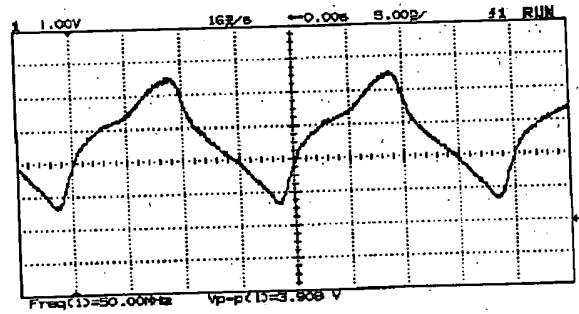
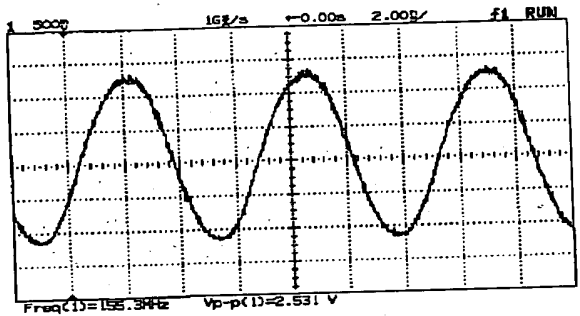


図2 (d)



【図3】

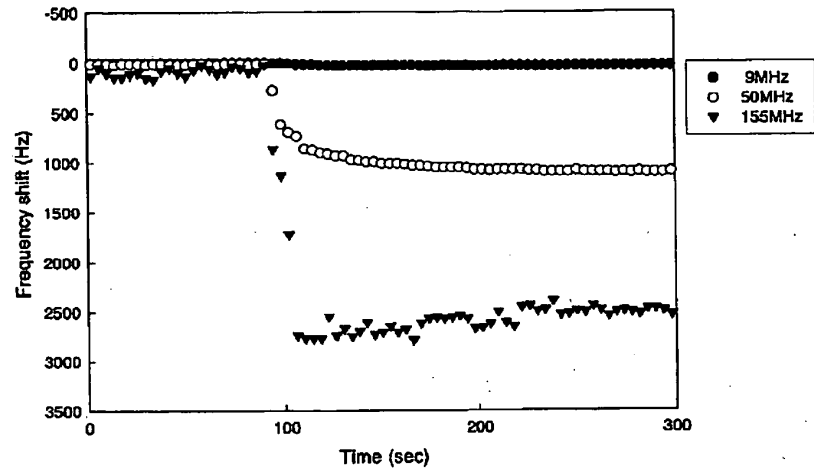


図3(a)

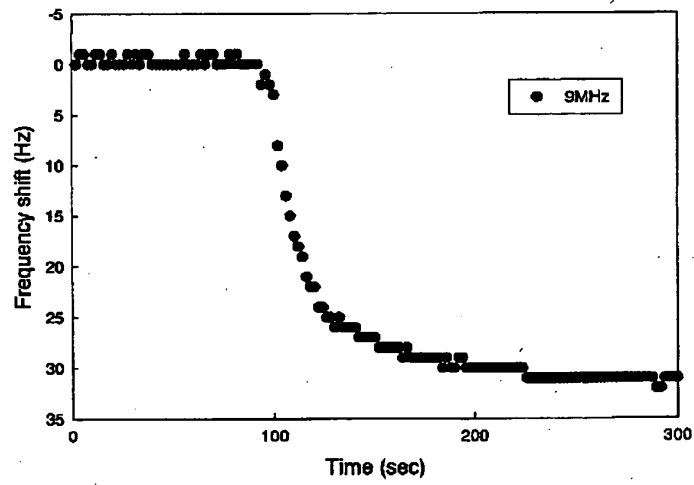


図3(b)

THIS PAGE BLANK (USPTO)